

Study on the Calculation of Carbon Emissions and Emission Reduction Strategies of Commercial Office Buildings

Xiaoxin Chen, Yong'an Li*

Shandong Jianzhu University, Jinan Shandong
Email: 843798945@qq.com, *sdjglya@163.com

Received: Apr. 29th, 2016; accepted: May 14th, 2016; published: May 20th, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Based on the building life cycle carbon emissions, the application of the carbon emission factor method and using DeST-c software modeling and simulation, the carbon emission of a commercial office building in Shandong is analyzed and calculated, and the carbon emission and emission reduction strategies are obtained, which for commerce office building of optimized operation and energy-saving emission reduction has a certain reference value.

Keywords

Commercial Office Buildings, Carbon Emission Factor, DeST-c, Operation Stage, Carbon Emission, Quantity

商务办公建筑碳排放量的计算与减排策略研究

陈晓欣, 李永安*

山东建筑大学, 山东 济南
Email: 843798945@qq.com, *sdjglya@163.com

收稿日期: 2016年4月29日; 录用日期: 2016年5月14日; 发布日期: 2016年5月20日

*通讯作者。

摘要

本文在阐述建筑生命周期碳排放的基础上,应用碳排放因子的方法及借助DeST-c软件模拟与仿真,对山东某商务办公建筑运营阶段的碳排放进行了分析计算,得出了商务办公建筑的碳排放量及减排策略,这对于商务办公建筑的优化运行和节能减排具有一定的参考价值。

关键词

商务办公建筑, 碳排放因子, DeST-c, 运营阶段, 碳排放量

1. 引言

近年来,全球气候变暖已经成为国际社会普遍关注的问题,而导致这一问题的元凶就是以CO₂为主要成分的温室气体排放。在世界总的能源消耗和碳排放中,建筑家庭及服务占37%,交通占28%,工业占27%,其他占8%,因此建筑行业是全球能源消耗与碳排放量最大的领域[1]。

随着城镇化进程的加快,我国商务办公建筑规模一直保持着高速增长的态势,与此同时也必然伴随着大量的能源消耗和碳排放,使原本有限的大气环境容量越来越紧缺,并引发了以气候变化为显著特征的一系列环境问题。因此,对于商务办公建筑的能耗控制及碳排放量减少等问题急需解决。

关于碳排放量计算方法的研究在国内仍处于初期阶段,目前的研究成果主要包括建筑定性的评价和单体建筑的实验性计算等[2],尚未统一建筑物全生命周期内各个阶段的计算边界及计算方法,尚难以对其进行标准化的量化评估[3]。

2. 建筑生命周期及碳排放的计算方法

建筑生命周期即是建筑产品的生命周期,也指建筑产品全生命周期,指建筑产品的萌芽到建筑物的拆除处置整个过程,包括建筑设计规划阶段、建筑施工阶段、运营维护阶段、建筑拆除阶段等[4]。如图1所示,规划设计阶段,包括了建造前期的图纸设计,建材选择,交通运输。施工阶段和拆除阶段可以由不同的施工方式来计算,运营维护阶段包括了建筑使用过程中对各种类能源的消耗。

建筑生命周期的碳排放是指把建筑产品的全生命周期看成一个系统,该系统由于消耗能源、资源向外界环境排放的总碳量[5]。建筑的整个生命周期中运营维护过程中的碳排放量是最高的。大约在78%左右。此阶段的碳排放量大多集中于供暖、照明和燃气等设备的运行。而其他阶段所占的碳排放比例相对较低。如图2所示。因此,绝大部分情况下都以建筑物运营阶段作为碳排放量的主要计算阶段,相应的,本文主要研究商务办公建筑物在运营阶段中的能源消耗量及碳排放量。

通过对国内外相关文献的总结,使用范围较广、兼具宏观和微观特点的方法有排放因子法、质量平衡法和实测法3种。排放因子法的基本思路是依照碳排放清单列表,针对每一种排放源构造其活动数据与排放因子,以活动数据和排放因子的乘积作为该排放项目的碳排放量估算值[6]:

$$\text{Emissions} = \text{AD} \times \text{EF} \quad (1)$$

式中: Emissions 为温室气体排放量(如CO₂、CH₄等); AD 为活动数据(单个排放源与碳排放直接相关的具体使用和投入数量); EF 为排放因子(单位某排放源使用量所释放的温室气体数量)。质量平衡法是根据每年用于国家生产生活的化学物质和设备,计算为满足新设备能力或替换去除气体而消耗的新化学物质份额。实测法基于排放源的现场实测基础数据,进行汇总从而得到相关碳排放量[7]。

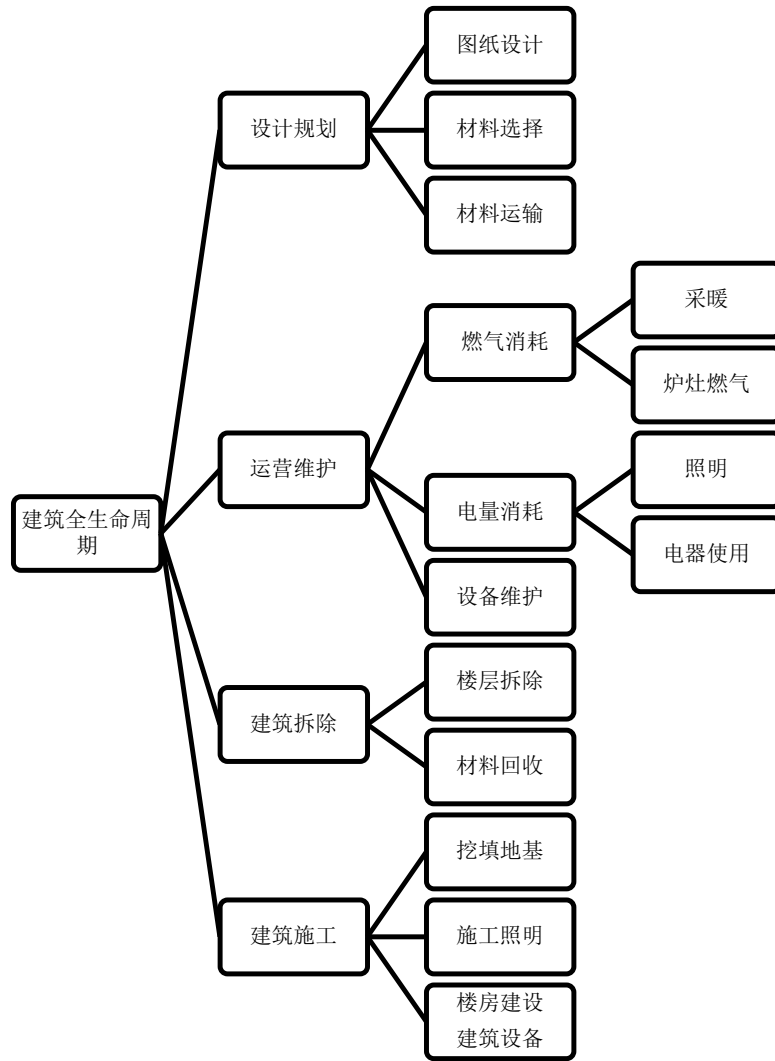


Figure 1. Sketch of life cycle
图 1. 生命周期示意图

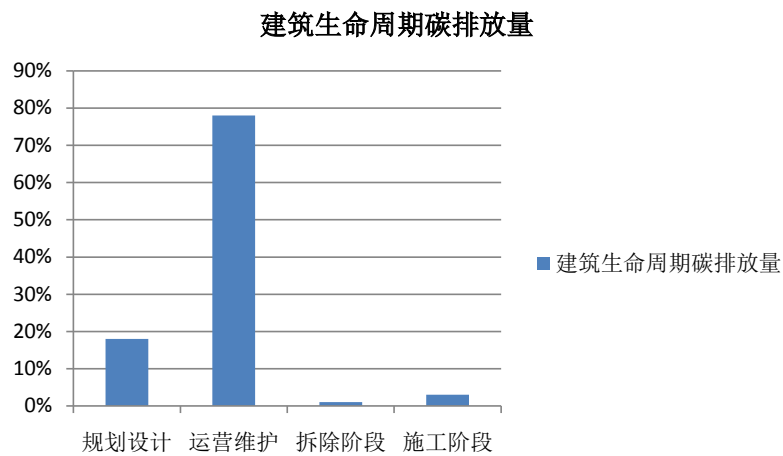


Figure 2. Carbon emissions from various stages of building life cycle
图 2. 建筑生命周期各阶段的碳排放量

对以上三种方法进行分析对比, 排放因子法方便直接可信度高, 本文采用排放因子法对山东地区某商务办公建筑运营阶段碳排放量进行计算。商务办公建筑物运营阶段的碳排放因子法是通过碳排放因子将建筑能耗数据转化为建筑碳排放数据, 因此国内现有的建筑碳排放量计算方法研究大多是与建筑能耗研究并提, 并未区分[3]。

3. 商务办公建筑运营阶段碳排放量的计算

某商务办公建筑坐落在山东济南, 建于上世纪九十年代, 建筑面积 7475.48 m², 空调面积 6674.32 m², 共六层, 房间类型有办公室、会议室、档案室等, 设计年限为 50 年, 见图 3。

3.1. 商务办公建筑能耗

本文使用 DeST 虚拟仿真软件采用动态模拟计算方法来计算商务办公建筑的能耗。本文研究对象是商务办公建筑的碳排放, 因而文中所提的 DeST 软件, 主要是指 DeST-c 软件, 该软件由清华大学开发, 是一款针对商业类建筑设计、性能测试及评估并集成于 Auto-CAD 上的建筑热性能模拟与研究软件。这种方法要求建立复杂而准确的传热方程, 采用复杂的方程求解方法, 不同的模型设计及参数设定会使计算结果产生较大的差别。

3.1.1. 模型的建立

1) 构建围护结构

外墙为 24 砖墙 + 聚苯板内保温, 传热系数为 0.564 w/(m²k)。内墙为加气混凝土板, 传热系数为 1.788 w/(m²k)。屋顶为加气混凝土保温屋面传热系数为 0.812 w/(m²k)。楼板为钢筋混凝土楼板 100, 传热系数为 2.944 w/(m²k)。门为双层实木制外门, 窗为镀 Low-e 膜中空, 传热系数为 1.946 w/(m²k)。

2) 内扰作息的设定

房间内扰包含设备热扰、灯光热扰和人员热扰等。其中, 根据房间的功能, 设备热扰、灯光热扰、人员采用软件默认的情况。考虑到商务办公建筑的特殊性, 在 22:00 至 7:00 是没有能耗消耗的, 需要单独设置, 如果有双休或单休时。也需要单独设置。

3) 系统空调通风的设定

空调系统采用风机盘管加新风系统, 水系统的管路形式为两管制, 空调季为 6 月 1 日到 8 月 31 日, 采暖季为 11 月 15 日到 3 月 15 日, 采用离心式电制冷机为冷源, 采用市政热水供暖。

3.1.2. 商务建筑能耗模拟结果

至此, 模型已建立, 依次进行“建筑计算预处理”和“能耗系统计算”等并输出计算结果。

得到单位建筑面积的总能耗为 108.31 kWh/a·m², 其中电耗为 100.17 kWh/a·m²。在建筑电耗当中如图 4 所示, 空调照明占了大部分, 电梯给排水通风等占了一小部分。

其中商务办公建筑运营维护阶段是商务办公建筑生命周期最长、能耗求解最为复杂的阶段。设建筑的使用年限为 Y (年), 每年需要的能耗为 $E_o, \text{ year}$, 则商务办公建筑运营维护阶段能耗 E 可表述为:

$$E = Y \times E_o, \text{ year} \quad (2)$$

对于商务办公建筑使用阶段每年的能耗 $E_o, \text{ year}$, 其主要是指室内空调、采暖等方面消耗的能量[8]。根据以上公式得到, 该商务办公建筑运营维护阶段的能耗 E 为:

$$E = 50 \times 108.31 \text{ kWh/a} \cdot \text{m}^2 = 5415.5 \text{ kWh/m}^2$$

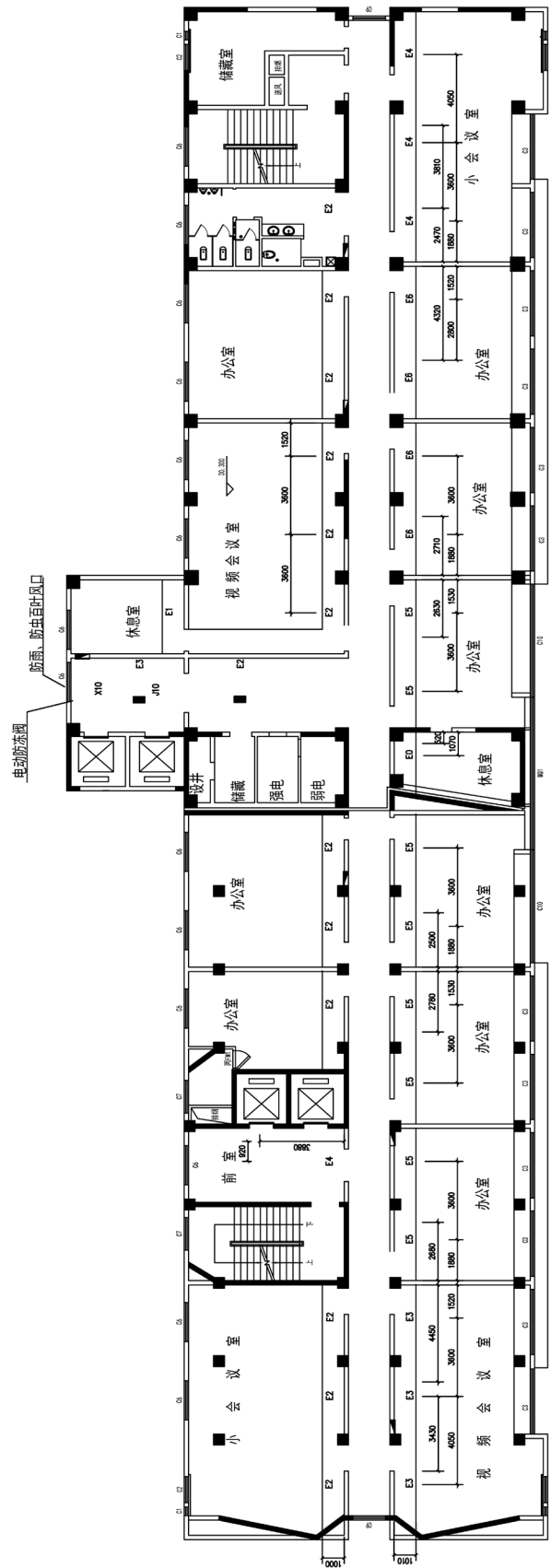


Figure 3. The standard floor plan of commercial office building
图 3. 商务办公建筑标准层平面图

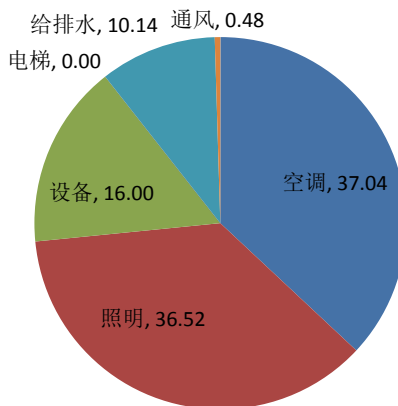


Figure 4. The proportion of building power consumption
图 4. 建筑电耗的占比

3.2. 商务办公建筑运营维护阶段碳排放的计算

建筑运营维护阶段的碳排放是整个建筑全生命周期碳排放的主要阶段。建筑运营维护阶段的碳排放量计算公式为[9]:

$$P = (\sum q_i \times e_i) \times y \tag{3}$$

式中: q_i : 建筑物第 i 种能源的年耗量;

e_i : 第 i 种能源的碳排放因子;

y : 建筑物的使用寿命。

建筑在正常使用期间的碳排放主要由空调及电气照明产生。根据项目信息统计, 项目在运行阶段空调能耗平均值为 37.04 kWh/m²; 采暖能耗平均值为 5.6 kgce/m²; 照明能耗平均值为 36.52 kWh/m² 全年能耗统计值为 108.31 kWh/m²。

根据上述信息, 我们可以计算出整个项目运行期间的碳排放量:

$$P = 108.31 \text{ kWh/a} \cdot \text{m}^2 \times 7475.48 \text{ m}^2 \times 50 \text{ 年} \times 0.998 \text{ kg/kWh} = 40402.5 \text{ t}$$

4. 减排策略

根据上述商务办公建筑在运营维护阶段碳排放量的计算分析结果, 制定减排策略如下:

1) 由于空调采暖所产生的碳排放占使用维护阶段碳排放量的大部分, 因此要对空调采暖进行合理的控制, 对于商务办公建筑而言, 每天晚上十点到第二天早上七点, 建筑属于闲置状态, 因此在这段时间, 可以适当减少对教学楼的供暖流量及空调的开启程度, 以减少碳排放。

2) 有学者已经研究出建筑运营维护阶段碳排放流由大到小依次为钢结构建筑碳排放流、混凝土结构建筑碳排放流、木结构建筑的碳排放流[1]; 所以, 商务办公建筑尽量使用木制门窗。

3) 商务办公建筑在新建、扩建或改建时, 要通过创新、优化设计方案, 从源头上采取节能减排的措施, 如采用节能灯具、智能温度控制系统、实时能耗监测平台等。

5. 结束语

综上所述, 本文阐述的商务办公建筑运营维护阶段碳排放量计算方法即排放因子法, 实际上是以商务办公建筑能耗为依据, 得到在运营阶段的碳排放量, 其中空调及照明的能耗占主要部分, 因此, 减少碳排放量可以从空调及照明等方面入手, 比如采用节能灯具、智能温度控制系统、实时能耗监测平台等。

基金项目

山东省墙材革新与建筑节能重大专项(2014QG012)。

参考文献 (References)

- [1] 温日琨, 祁神军. 不同结构住宅建筑碳排放流的模拟研究[J]. 建筑科学, 2015, 31(6): 26-35.
- [2] 张时聪, 徐伟, 孙德宇. 建筑物碳排放计算方法的确与应用范围的研究[J]. 建筑科学, 2013(2): 35-41.
- [3] 鞠颖, 陈易. 建筑运营阶段的碳排放计算[J]. 四川建筑科学研究, 2015, 41(3): 175-179.
- [4] 邵钰涵. 基于建筑项目全生命周期碳排放量计算方法下的低碳建筑评价[J]. 甘肃科技, 2015, 31(4): 104-107.
- [5] 张智慧, 尚春静, 钱坤. 建筑生命周期碳排放评价[J]. 节能经济, 2010(2): 44-46.
- [6] IPCC/UNEP/OECD/IEA. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories [R]. Paris: Intergovernmental Panel on Climate Change, United Nations Environment Program, Organization for Economic Co-Operation and Development, International Energy Agency, 1997.
- [7] 刘明达, 蒙古军, 刘碧寒. 国内外碳排放核算方法研究进展[J]. 热带地理, 2014, 34(2): 248-46.
- [8] 贺勇, 张云波. 夏热冬暖地区多层居住建筑碳排放及减排研究[M]. 2013.
- [9] 郁峰. 绿色住宅碳排放计算研究[J]. 科技创新与应用, 2016, 1(1): 177-179.